

Studio critico-sperimentale del metodo comunemente seguito dai fisici nella determinazione dei nodi e ventri delle colonne aeree vibranti entro canne a bocca.

Memoria VIII^a. del **Professore Zantedeschi**.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 17. December 1857.)

(Mit 2 Tafeln.)

Per lo studio di queste delicate ricerche, nelle quali io non riscontro nè tutta la desiderata chiarezza negli scrittori, nè la più perfetta corrispondenza fra di loro, io credetti dover procedere analiticamente colla maggior possibile circospezione e diligenza, per non precipitare il mio giudizio, e per rendere quella giustizia, che è dovuta alla sagacia de' fisici investigatori.

Feci impertanto costruire una canna parallelepipedica *A* della tav. I., aperta alla parte opposta della bocca, della quale seguono le dimensioni:

di abete	{	lunghezza 1 ^m 000
		larghezza 0.055
		profondità 0.070
		spessore 0.008
		apertura della bocca 0.014

Questa canna aveva per tonica fondamentale il *re* un poco calante del *do* di quattro piedi: = 256 vibrazioni.

Spingendo successivamente con maggior impeto l'aria, si ebbero i toni armonici dell'ottava acuta, della duodecima e della decimaquinta.

In questa canna, che mi fu costrutta dal sig. Giuseppe Marzolo, ho fatto praticare due serie di fori, l'una sur una parete laterale alla bocca, e precisamente nelle posizioni corrispondenti ai nodi di una corda di eguale lunghezza. Questa canna, come fu esposto, era della lunghezza di 100 centimetri. Lo zero corrispondeva al labbro inferiore, ed il cento all'estremo contrassegnante tutta la lunghezza della canna. Ora incominciando dal principio della lunghezza, il

primo foro trovavasi a 0^m20; il secondo a 0,33.33; il terzo a 0,50; il quarto a 0,66.67; ed il quinto a 0,80.

Ecco impertanto le leggi, che ho potuto stabilire:

Serie I.

Legge prima.

Si ha innalzamento di tono sopra il fondamentale con qualsivoglia apertura di fori.

Infatti il minimo innalzamento si fu dal *re* un poco calante al *mi^b*, che si ottenne con l'apertura di cadauno dei fori estremi della canna.

Legge seconda.

L'innalzamento del tono fondamentale è massimo coll'apertura del foro collocato alla metà della canna, e si abbassa regolarmente procedendo verso i due estremi, praticando successivamente le aperture de' fori.

E per vero dire, il foro di mezzo diede il *fa* naturale; i due attigui il *mi*; gli estremi finalmente il *mi^b*.

Da queste leggi emerge chiaramente che nelle canne in due fori equidistanti dalla metà tanto aperti separatamente, che contemporaneamente danno lo stesso innalzamento di tono.

Legge terza.

Le aperture, che si praticano sulla parete della bocca, danno gli stessi innalzamenti di quelli che forniscono le aperture corrispondenti praticate sopra una delle pareti laterali alla bocca.

Tutti gli esperimenti eseguiti sopra questa parete ci diedero le medesime note, che abbiamo di sopra esposte:

mi^b; mi; fa; mi; mi^b.

Legge quarta.

La simultanea apertura di due fori collaterali dà un innalzamento di tono maggiore, che con cadauno dei medesimi.

Ciò si è verificato procedendo progressivamente colla apertura separata, e colle aperture simultanee in confronto dei tipi di un

organo bene registrato. Il minimo innalzamento fu il mi^b crescente ottenuto ai due estremi della canna.

Legge quinta.

Il massimo innalzamento colla simultanea apertura dei due fori collaterali si ha pure alla metà della canna, e il minimo innalzamento alle due estremità.

Infatti alla metà si ebbe il *sol* calante, e procedendo verso la parte superiore della canna si ottenne il *fa* ed il mi^b crescente.

Per converso procedendo verso la bocca, o il principio della lunghezza della canna, si ebbe *fa* \sharp , e il mi crescente.

Da questa esposizione si scorge che colla simultanea apertura dei due fori collaterali non si hanno nè i decrescimenti, nè quella regolarità che abbiamo registrata alla legge seconda.

Spingendo con maggior impeto l'aria nella canna ed aprendo successivamente i fori, incominciando dal primo superiore collocato ad 80 centimetri, si ottennero i seguenti suoni:

coll'apertura del primo foro . . . mi^b acuto, ossia l'ottava acuta,
 coll'apertura del secondo foro . . . *re* crescente acuto;
 coll'apertura del terzo foro . . . *re* naturale;
 coll'apertura del quarto foro . . . *re* crescente acuto;
 coll'apertura del quinto foro . . . mi^b acuto.

Legge sesta.

Coll'ottava acuta sopra la fondamentale, il minimo innalzamento si ha alla metà della canna; ed i massimi innalzamenti si manifestano a cadauno dei due estremi con perfetta regolarità.

È la legge rovesciata registrata al numero secondo.

Questa legge risulta evidente dal confronto delle due voci successivamente ottenute colle aperture separate dei fori a 0,80; 0,66.67; 0,50; 0,33.33; e 0,20.

Ancor qui abbiamo confermato la corrispondenza superiormente registrata della costanza del tono coll'apertura separata e simultanea di due fori equidistanti dal medio.

Ho fatto costruire dal Marzolo una canna che ho denominata *B* in tutto uguale alla canna *A* precedente (vedi tavola I.), la quale

dava pure il suono fondamentale *re* un poco calante di quattro piedi, ossia della tonica di 256 vibrazioni. Essa poteva esser divisa a 0,80; 0,66.67; 0,50; 0,33.33; 0,20; alle quali distanze furono nella canna *A* praticati i fori.

Partendo impertanto dalla fondamentale *re* calante di quattro piedi; colla prima troncatura ebbi *fa* di quattro piedi; con due troncature *sol* \sharp calante di quattro piedi; con tre troncature il suono divenne *si* crescente di quattro piedi; con quattro troncature il suono passò al *mi* imperfetto di due piedi; e finalmente con cinque troncature il tono riuscì indeterminato.

Credo opportuno di presentare in un prospetto le variazioni comparative ottenute colle aperture dei fori e colle troncature eseguite alle stesse distanze:

	Distanze	Fori	Troncature
Fondamentale: <i>re</i> calante di 4 piedi.	$\left\{ \begin{array}{l} 0,80 \\ 0,66.67 \\ 0,50 \\ 0,33.33 \\ 0,20 \end{array} \right.$	<i>mi</i> ^b di 4 piedi . . .	<i>fa</i> di 4 piedi.
		<i>mi</i> di 4 piedi . . .	<i>sol</i> \sharp calante di 4 piedi.
		<i>fa</i> di 4 piedi . . .	<i>si</i> crescente di 2 piedi.
		<i>mi</i> crescente di 4 piedi	<i>mi</i> imperfetto di 2 piedi.
		<i>mi</i> ^b di 4 piedi . . .	tono indeterminato.

In questo prospetto si scorge un procedimento diverso dalle variazioni di tono ottenute coi fori e colle troncature ad uguale distanza.

Nei fori, partendo dalla metà ed andando ai due estremi opposti della canna, abbiamo uguali decrescimenti regolari: nelle troncature in quella vece abbiamo, partendo dalla stessa fondamentale, innalzamento di tono, fino a rendersi indeterminato, senza veruna regolarità d'innalzamento nelle successive troncature.

In tutti e due questi modi di sperimentare col tono fondamentale, non abbiamo riscontrato l'esistenza di suoni costanti, od uguali al tono fondamentale.

Serie II.

Abbiamo eseguite esperienze al tutto consimili al caso precedente; ma coll'ottava acuta della fondamentale, questa era il *re* calante di due piedi.

Aprendo il primo foro il tono fu *mi*^b di due piedi; aprendo il secondo foro il tono si conservò *mi*^b di due piedi; aprendo il terzo

foro il tono riuscì *costante*, ossia riaparve la tonica *re* calante di due piedi. Questa posizione corrisponde al piano nodale della canna a parete membranosa, allorchè dava l'ottava acuta sopra la fondamentale. Aprendo il quarto foro il tono divenne il *mi^b* giusto di due piedi.

Procedendo per ugual modo colle troncature ottenni: con la prima troncatura, *fa*♯ calante di quattro piedi: con due troncature, *sol*♯ calante di quattro piedi: con tre troncature, *do* di due piedi: con quattro troncature, *fa* di due piedi: con cinque troncature, *si* calante di due piedi.

Ecco il prospetto comparativo delle variazioni di tono, ottenute con l'apertura dei fori, e colle troncature, eseguite ad uguali distanze, colla tonica *re* calante di due piedi:

	Distanze	Fori	Troncature	
Ottava <i>re</i> calante di 2 piedi.	{	0,80 . <i>mi^b</i> di 2 piedi	<i>fa</i> ♯ calante di 4 piedi.	
		0,66.67 . <i>mi^b</i> di 2 piedi	<i>sol</i> ♯ calante di 4 piedi.	
		0,50 . <i>re</i> calante di 2 piedi,	<i>do</i> di 2 piedi.	
		<i>costante</i>		
		0,33.33 . <i>mi^b</i> di 2 piedi calante .	<i>fa</i> di 2 piedi.	
		0,20 . <i>mi^b</i> di 2 piedi giusto .	<i>si</i> calante di 2 piedi.	

Da questo prospetto appare alla metà della canna, contrassegnata da un foro, il tono costante che è il *re* calante di due piedi. Questo è il primo armonico che si manifesta, secondo la teoria, alla metà della canna, partendo dalla fondamentale *re* calante di quattro piedi. — Questo suono armonico non appare alla metà delle troncature. È il *do* di due piedi in luogo del *re* calante di due piedi.

È degno d'attenzione il fenomeno che alle due aperture di 0,80 e 0,66.67 il suono conservò la stessa variazione, cioè rimase *mi^b* di due piedi. Queste due posizioni corrispondono ai due ventri della prima canna con una parete membranosa allorchè dava l'ottava acuta sopra la fondamentale.

In generale si osserva ne' fori, che partendo dal mezzo, in cui riappare la tonica, od il primo suono armonico, ed andando agli estremi si ha decremento. Nelle troncature in quella vece, partendo dal mezzo, si ha andando all'estremo superiore della canna abbassamento; e procedendo all'estremo inferiore si ha innalzamento di tono.

Serie III.

Proseguendo sulle medesime canne *A* e *B* gli esperimenti colla duodecima, cioè *la* calante di due piedi, ho ottenuti i seguenti risultamenti:

Aprendo il primo foro, il tono fu *si^b* di due piedi: aprendo il secondo foro, il tono fu *si^b* calante ed incerto di due piedi: aprendo il terzo foro, il tono fu *si^b* giusto di due piedi: aprendo il quarto foro, il tono fu *si^b* calante di due piedi: aprendo il quinto foro, il tono fu *la* calante di due piedi, costante.

Secondo i miei esperimenti eseguiti colle canne a parete membranosa ho riscontrati i piani nodali a cadauno dei terzi formanti la lunghezza della canna. In questa serie di esperienze non appare la verificazione di una tal legge. Si deve ancora osservare che la seconda armonica, ossia la duodecima della fondamentale, dovrebbe apparire a 0,33.33, ed a 0,66 67 ed in quella vece essa apparve ad $\frac{1}{5}$ cioè a 0,20.

Sperimentando per ugual modo colle troncature, ho riscontrato:

Colla prima troncatura il tono *fa*♯ giusto di quattro piedi, accompagnato dall'ottava superiore: con due troncature, *sol*♯ di quattro piedi: con tre troncature, *do* di due piedi: con quattro troncature, *fa* di due piedi: con cinque troncature, *si* di due piedi.

Ecco il prospetto di questi risultamenti:

	Distanze	Fori	Troncature
Dodicesima <i>la</i> calante di 2 piedi.	0,80	. <i>si^b</i> di 2 piedi . . .	<i>fa</i> ♯ giusto di 4 piedi accompagnato dall'ottava superiore.
	0,66.67	. <i>si^b</i> calante incerto di 2 piedi	<i>sol</i> ♯ di 4 piedi.
	0,50	. <i>si^b</i> giusto di 2 p.	<i>do</i> di 2 piedi.
	0,33.33	. <i>si^b</i> calante di 2 p.	<i>fa</i> di 2 piedi.
	0,20	. <i>la</i> calante di 2 piedi; costante.	<i>si</i> di 2 piedi.

Questa costante non è preveduta nè dalla teoria, nè dalle esperienze eseguite colle canne a parete membranosa.

Dal confronto di questo parallelo risulta che le variazioni in più e in meno colle troncature sono maggiori che coi fori corrispondenti. Nelle troncature a 20 centimetri si ebbe il *si* di due piedi, in luogo del *la* calante di due piedi ottenuto a questa distanza col foro.

Serie IV.

Procedendo con l'ordine delle antecedenti serie a sperimentare colla decimaquinta, ossia *re* calante di un piede, non ho potuto ottenere coll'apertura de' fori alcun risultamento apprezzabile; sono stato perciò costretto a sperimentare colle successive troncature.

Colla prima troncatura ebbi, *fa*♯ calante di due piedi, misto al *fa*♯ di quattro piedi: con due troncature, *la* molto calante di due piedi. Colla stessa spinta d'aria la canna ottavizzò; con tre troncature, *do* crescente di due piedi: con quattro troncature, *fa* crescente di due piedi: con cinque troncature, *do* di un piede.

È notevole la differenza ottenuta in questa quarta serie, coi fori e colle troncature; e la irregolarità apparente nelle variazioni di tono, mi fa sempre più convincere esser noi tuttavia in uno stato d'ignoranza intorno ai movimenti dell'aria vibrante racchiusa entro alle canne.

Serie V.

Le esperienze che vengono descritte in questa quinta serie furono eseguite con altre due canne, che denominerò *C* ed *E* (vedi tavola I).

Esse erano della lunghezza di un metro; del lato quadrato di 0,04; dello spessore di 0,008; della bocca di 0,008; ed aperte da ambe le estremità. In esse furono praticati i fori e le troncature alle distanze di

$$\frac{2}{3} = 0^m,66.67; \quad \frac{1}{2} = 0^m,50; \quad \frac{1}{3} = 0^m,33.33; \quad \frac{1}{4} = 0^m,25;$$

$$\frac{1}{5} = 0^m,20.$$

I suoni che si sono potuti avere da queste due canne furono: il fondamentale; l'ottava acuta; la duodecima; la decimaquinta.

Incominciando queste esperienze dalla fondamentale, che era *mi*^b di quattro piedi, colle successive aperture dei fori ho ottenuto:

Colla prima apertura, *sol* di quattro piedi: colla seconda apertura, *la* di quattro piedi: colla terza e quarta apertura, suono imperfettissimo: colla quinta apertura, suono incerto.

Procedendo per ugual modo con le troncature, ebbi:

Colla prima troncatura, *la* di quattro piedi: con due troncature, *do*♯ crescente di due piedi: con tre troncature, *sol* di due piedi: con

quattro troncature, suono indistinto: con cinque troncature, suono ugualmente indistinto:

Ecco il prospetto di questi risultamenti:

	Distanze	Fori	Troncature
Fondamentale <i>mi</i> ⁶ di 4 piedi.	$\frac{2}{3} = 0,66.67$	. <i>sol</i> di 4 piedi . <i>la</i> di 4 piedi.	
	$\frac{1}{2} = 0,50$	. . <i>la</i> di 4 piedi . <i>do</i> ♯ crescente di 2 piedi.	
	$\frac{1}{3} = 0,33.33$	. suono imper- . <i>sol</i> di due piedi. fettissimo.	
	$\frac{1}{4} = 0,25$	. suono imper- . suono indistinto. fettissimo.	
	$\frac{1}{5} = 0,20$	. . suono incerto . suono indistinto.	

Serie VI.

Proseguendo gli esperimenti colle canne *C* ed *E* provocando l'ottava acuta, ho ottenuto i risultamenti che seguono:

Coll'apertura del primo foro, *fa*♯ calante di due piedi: coll'apertura del secondo foro, *mi*⁶ di due piedi *costante*. Questa posizione risponde al piano nodale dell'ottava acuta sopra la fondamentale. Coll'apertura del terzo foro, suono distinto tra il *mi*⁶ e il *fa* di due piedi: coll'apertura del quarto foro, *fa* crescente di due piedi: coll'apertura del quinto foro, *fa* crescente di due piedi ugualmente.

Colla prima troncatura ebbi, *la* crescente di quattro piedi: con due troncature, *re* calante di due piedi: con tre troncature, *sol* crescente di due piedi: con quattro troncature, *si* di due piedi: con cinque troncature, *re* di un piede.

Eccone il prospetto comparativo:

	Distanze	Fori	Troncature
Ottava <i>mi</i> ⁶ di 2 p.	$\frac{2}{3} = 0,66.67$	. . <i>fa</i> calante di 2 piedi . . <i>la</i> crescente di 4 p.	
	$\frac{1}{2} = 0,50$	. . . <i>mi</i> ⁶ di 2 p. <i>costante</i> . . <i>re</i> calante di 2 piedi.	
	$\frac{1}{3} = 0,33.33$	. . tra il <i>mi</i> ⁶ ed il <i>fa</i> di . . <i>sol</i> crescente di 2 p. due piedi.	
	$\frac{1}{4} = 0,25$	. . . <i>fa</i> crescente di 2 p. . . <i>si</i> di 2 piedi.	
	$\frac{1}{5} = 0,20$	. . . <i>fa</i> crescente di 2 p. . . <i>re</i> di 2 piedi.	

Dal parallelo di questo prospetto appare manifesto che le variazioni dei suoni riescono più forti per le troncature che per i fori; e che talvolta procedono in direzione opposta, come è chiaro dal con-

rondo dell'apertura del primo foro, colla prima troncatura. Vi è però la corrispondenza se non perfetta almeno approssimativa, alla distanza di 0,50 ove l'ottava acuta riappare esattamente coll'apertura del foro; e quasi soltanto per approssimazione colla troncatura corrispettiva. Il tono è il *re* calante in luogo del *mi*^b.

Serie VII.

Proseguendo gli esperimenti sopra le canne *C* ed *E* colla duodecima, *si*^b del *do* di due piedi, abbiamo ottenuto:

Coll'apertura del primo foro, *si*^b di due piedi, *costante*: coll'apertura del secondo foro, *si* naturale crescente di due piedi: coll'apertura del terzo foro, *si*^b di due piedi, *costante*. In questa serie di esperienze appare confermata la legge ottenuta colle canne parallelepipedo a parete membranosa, provocando la duodecima sopra la fondamentale. Coll'apertura del quarto foro, *si*^b crescente di un ottavo di tono circa: coll'apertura del quinto foro, *si* calante di due piedi.

Colla prima troncatura abbiamo avuto, *si*^b calante di due piedi: con due troncature *re* calante di due piedi: con tre troncature *sol*♯ calante di due piedi: con quattro troncature, *si* crescente di due piedi: con cinque troncature, *re* crescente di un piede.

Ecco il prospetto di questi risultamenti:

	Distanze	Fori	Troncature
{	Dodicesima <i>si</i> ^b di 2 p.	$\frac{2}{3} = 0,66.67$. . . <i>si</i> ^b di 2 piedi <i>costante</i>	<i>si</i> ^b calante di 2 piedi.
		$\frac{1}{2} = 0,50$. . . <i>si</i> crescente di 2 p.	<i>re</i> " " "
		$\frac{1}{3} = 0,33.33$. . . <i>si</i> ^b di 2 piedi <i>costante</i>	<i>sol</i> ♯ " " "
		$\frac{1}{4} = 0,25$. . . <i>si</i> ^b crescente di circa un $\frac{1}{8}$ di tono di 2 p.	<i>si</i> crescente di 2 p.
		$\frac{1}{5} = 0,20$. . . <i>si</i> calante di due piedi	<i>re</i> crescente di 1 p.

Da questo prospetto pure è chiaro, che le variazioni del tono sono più forti per le troncature che per i fori. In questo caso della duodecima, essa riappare coll'apertura del primo foro e del terzo foro, cioè a $\frac{2}{3}$ ed a $\frac{1}{3}$ della lunghezza della canna. A queste medesime distanze per le troncature, non abbiamo il ritorno della duodecima perfetta, con una troncatura e con tre troncature. La differenza non è di molto; ma pure è distinta. Abbiamo avuto *si*^b calante di due piedi del primo caso, e *sol*♯ calante di due piedi nel secondo caso delle tre troncature, in luogo del *si*^b di due piedi.

Serie VIII.

In questa serie gli esperimenti furono istituiti provocando il suono della decimaquinta, ossia mi^b di un piede.

Coll'apertura del primo foro, mi naturale di un piede: coll'apertura del secondo foro, mi^b di un piede, costante. Qui in questa serie di esperimenti non appare la conferma della legge degli armonici propria alla decimaquinta, che in un caso solo cioè alla metà della canna. Coll'apertura del terzo foro, mi naturale di un piede: coll'apertura del quarto foro, mi^b crescente di un piede: coll'apertura del quinto foro, mi^b costante.

Colla prima troncatura, la crescente di due piedi: con due troncature, re di un piede: con tre troncature, $sol\sharp$ di due piedi: con quattro troncature, do di un piede: con cinque troncature, mi^b di un piede.

Ecco il prospetto di questi risultamenti:

	Distanze	Fori	Troncature
Decimaquinta mi^b di un piede	{	$\frac{2}{3}=0,66.67$. mi naturale di 1 piede . la crescente di 2 piedi.	
		$\frac{1}{2}=0,50$. . mi^b di 1 piede, <i>costante</i> , . re di 1 piede.	
		$\frac{1}{3}=0,33.33$. mi naturale di 1 piede . $sol\sharp$ di 2 piedi.	
		$\frac{1}{4}=0,25$. . mi^b crescente di 1 piede . do di 1 piede.	
		$\frac{1}{5}=0,20$. . mi^b di 1 p., <i>costante</i> . mi^b di 1 p. <i>costante</i> .	

Anche in questi ultimi esperimenti, le variazioni di tono appaiono più forti per le troncature che per i fori. — La terza armonica è apparsa nei fori solo alla metà ossia a $\frac{2}{4}$; ma non ad $\frac{1}{4}$ ed a $\frac{3}{4}$. V'ebbe un'altra costante ad $\frac{1}{5}$. Sotto delle troncature la terza armonica riapparve esattamente a 0^m20 , che è uno dei quinti, ed a questo quinto, v'ebbe una costante anche nei fori, come si è detto.

Serie IX.

Si proseguirono ancora gli esperimenti con altra canna che denomienerò D (vedi tavola I). Essa era della lunghezza di 1 metro, del lato quadrato di 0^m04 e dell'apertura della bocca di $0,008$ di abete. Essa era chiusa alla parte superiore, ed aveva i fori, alle distanze, incominciando dal labbro inferiore: ad $\frac{1}{5} = 0,20$; ad $\frac{1}{3} = 0,33.33$; a $\frac{2}{3} = 0,66.67$. —

La fondamentale fu *mi*[♭] di otto piedi, ma talmente debole da non potersi sovra di essa sperimentare; si passò quindi alla duodecima che fu *si*[♭] di quattro piedi:

	Distanze	Fori
Duodecima <i>si</i> [♭] di 4 p.	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{3} = 0,66.67 \\ \frac{1}{3} = 0,33.33 \\ \frac{1}{5} = 0,20 \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \textit{ si}^\flat \text{ di 4 piedi, costante.} \\ \textit{ re} \text{ calante di 2 piedi.} \\ \textit{ do}^\natural \text{ di 2 piedi.} \end{array} \right.$

L'armonica apparve a $\frac{2}{3}$ della lunghezza della canna incominciando dalla bocca, come ho riscontrato nelle canne a parete membranosa e chiuse.

Serie X.

Si è sperimentato colla decimasettima sopra la medesima canna *D*, e si ebbe:

	Distanze	Fori
Decimaset. <i>sol</i> di 2 p.	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{3} = 0,66.67 \\ \frac{1}{3} = 0,33.33 \\ \frac{1}{5} = 0,20 \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \textit{ sol}^\natural \text{ di 2 piedi.} \\ \textit{ sol} \text{ di 2 piedi, costante.} \\ \textit{ la} \text{ di 2 piedi.} \end{array} \right.$

Qui l'armonica di quest'ordine apparve alla distanza di $\frac{1}{3}$ incominciando dalla bocca, in luogo di apparire ai singoli quinti. —

Serie XI.

Le esperienze precedenti furono rinnovate colla canna *F* delle medesime dimensioni, e del medesimo legno di abete; ma però munita di embolo. Ritenuto l'embolo a 100 centimetri, e colla fondamentale *mi*[♭] di otto piedi, non abbiamo potuto sperimentare per l'eccessiva debolezza del suono.

Serie XII.

Ritenuto l'embolo a 100 centimetri, e spinta l'aria da aversi la dodicesima, *si*[♭] di quattro piedi, il suono si rese sempre più acuto fino a che l'embolo fu approfondato a 0,60 ed il suono fu il *fa* di due piedi. Per l'intervallo poi di 0,07 circa, di maggiore approfondamento dell'embolo, si fece sentire la mischianza di due suoni, cioè la dodicesima e la tonica. La sola tonica riapparve a 0,52.5 cioè il *do*[♯] di quattro piedi. Questo suono si rese sempre più acuto, quanto più si spinse l'embolo verso lo zero.

Portato l'embolo ad 1 centimetro, il tono fu, $fa\sharp$ dell'ottava di sei pollici. —

Serie XIII.

Ritenuto l'embolo a 100 centimetri ed avuta la decimasettima, ossia *sol* di due piedi, il suono crebbe fino a 0^m74 e fu il *do* di un piede. Da quì incominciò la mischianza fra il *do* di un piede e la dodicesima di due piedi (che si ebbe a 0,68) ossia il *mi* di due piedi. Approfondando di più l'embolo, s'innacutì la dodicesima sino al tono *sol* di due piedi. Di quì partendo si rese il tono più grave, e alla profondità di 0,50.5 si ebbe il *re* di quattro piedi. Coll'approfondamento maggiore dell'embolo il tono si rese sempre più acuto, e portato l'embolo ad un centimetro di distanza dallo zero il suono fu, $fa\sharp$ di sei pollici.

Chiunque voglia confrontare questi risultamenti ottenuti col successivo approfondamento dell'embolo, con quelli che si hanno coll'accorciamento delle corde non troverà analogia veruna, avvegnachè si scorga che le variazioni di tono coll'accorciamento successivo della canna si alterano cogli innalzamenti e cogli abbassamenti di tono. Il fenomeno è molto complicato. Non solo è interessata la lunghezza; ma ancora il diametro della canna, relativamente alla parte suonante della medesima. Non si deve omettere di ricordare l'influenza dell'attrito, e l'influenza forse ancora dell'onda riflessa sopra della diretta.

Serie XIV.

Esperimenti eseguiti colla canna aperta *A*, disegnata nella tavola II, la quale è della lunghezza di 0^m65 ; e del lato quadrato di 0^m026 ; dello spessore di 0^m008 ; di abete; ed a bocca fissa dell'altezza di 0^m008 . — Da questa canna si ebbero successivamente: la fondamentale sz^b di quattro piedi; l'ottava; la dodicesima e la decimaquinta. — Furono in essa praticati cinque fori collocati alle distanze di $0^m48.7$; $0^m43.4$; $0^m30.5$; $0^m17.9$; $0^m12.5$.

Uguale canna io feci costruire con troncature corrispondenti alle distanze dei fori. Questa seconda canna non è disegnata nella tavola II, perchè dopo tutte le precedenti trovai inutile una tale ripetizione. Anche questa canna diede i suoni della precedente.

Incominciando impertanto gli esperimenti colla fondamentale sz^b di quattro piedi, ottenni:

Coll'apertura del primo foro, $do\#$ crescente di due piedi; coll'apertura del secondo foro, mi^b di due piedi: coll'apertura del terzo foro, $fa\#$ di due piedi: coll'apertura del quarto foro, $do\#$ di un piede: coll'apertura del quinto foro, $do\#$ di un piede.

Colla prima troncatura, mi^b di due piedi: con due troncature, fa di due piedi: con tre troncature, si^b di due piedi: con quattro troncature, fa di un piede: con cinque troncature, si^b di un piede.

Ecco il prospetto comparativo di questi risultamenti:

	Distanze	Fori	Troncature
Fondamentale si^b di 4 piedi.	0,48.7 . . .	$do\#$ crescente di 2 piedi	mi^b di 2 piedi.
	0,43.4 . . .	mi^b di 2 piedi	fa di 2 piedi.
	0,30.5 . . .	$fa\#$ di 2 piedi	si^b di 2 piedi.
	0,17.9 . . .	$do\#$ di 1 piede	fa di 1 piede.
	0,12.5 . . .	$do\#$ di 1 piede	si^b di 1 piede.

Da questo parallelo si scorge, che il tono cresce all'aprirsi dei fori e all'eseguirsi delle troncature, e più per queste che per quelli.

Serie XV.

Si proseguirono gli esperimenti con le due canne precedenti, provocando l'ottava acuta, si^b di due piedi:

Coll'apertura del primo foro, $do\#$ di un piede: coll'apertura del secondo foro, $do\#$ crescente di un piede: coll'apertura del terzo foro, si^b di due piedi, *costante*: coll'apertura del quarto foro, $do\#$ di un piede: coll'apertura del quinto foro, $do\#$ imperfetto e confuso di un piede.

Colla prima troncatura, re di due piedi: con due troncature, mi di due piedi: con tre troncature, si^b di due piedi: con quattro troncature, fa di un piede: con cinque troncature si^b di un piede.

Ecco il prospetto di questi risultamenti:

	Distanze	Fori	Troncature
Ottava si^b di 2 piedi.	0,48.7 .	$do\#$ di un piede . . .	re di 2 piedi.
	0,43.4 .	$do\#$ crescente di 1 piede	mi di 2 piedi.
	0,30.5 .	si^b di 2 piedi, <i>costante</i>	si^b di 2 piedi, <i>costante</i> .
	0,17.9 .	$do\#$ di 1 piede	fa di 1 piede.
	0,12.5 .	$do\#$ imperf. e confuso di 1 p.	si^b di 1 piede.

Dal confronto di queste variazioni di tono, non si scorge quella regolarità di aumento che si è manifestata nel precedente esperi-

mento. Quello che è rimarchevole si è che alla distanza in cui riappare la tonica si^b di due piedi coll' aprimento del foro, si ha pure alla stessa distanza colla troncatura. L' armonico primo della fondamentale dovrebbe apparire a $0^m,32.5$, e qui appare a $0^m,30.5$ che è la sede del suono costante, tanto col foro, che colla troncatura.

Serie XVI.

Abbiamo proseguiti gli esperimenti colle stesse canne delle precedenti due serie provocando la duodecima *fa* di un piede.

Coll' apertura del primo foro, *sol* calante di un piede: coll' apertura del secondo foro, *fa* di un piede *costante*: coll' apertura del terzo foro, *sol* di un piede: coll' apertura del quarto foro, *fa* di un piede *costante*: coll' apertura del quinto foro, *fa* \neq crescente di un piede.

Colla prima troncatura, *mi^b* di un piede: con due troncature, *fa* di un piede *quasi inalterato*: con tre troncature, *si^b* di due piedi: con quattro troncature *fa* di un piede: con cinque troncature *si^b* di un piede.

Ecco il prospetto di questi risultamenti:

	Distanze	Fori	Troncature
Duodecima, <i>fa</i> di 1 piede.	{	0,48.7 . <i>sol</i> calante di un piede,	<i>mi^b</i> di 1 piede.
		0,43.4 . <i>fa</i> di 1 piede, <i>costante</i> ,	<i>fa</i> di 1 piede, <i>quasi inalterato</i> .
		0,30.5 . <i>sol</i> di 1 piede	<i>si^b</i> di 2 piedi.
		0,17.9 . <i>fa</i> di 1 piede, <i>costante</i> ,	<i>fa</i> di 1 piede, <i>costante</i> .
		0,12.5 . <i>fa</i> \neq crescente di 1 piede,	<i>si^b</i> di 1 piede.

Anche in questa tabella le variazioni di tono, non seguono un ritmo regolare. Si osserva tuttavia la coincidenza del ritorno della tonica, *fa* di un piede, alle medesime distanze dei fori e delle troncature. Ma è a notarsi che la costanza del tono avrebbe dovuto apparire a $0^m,21.66$ ed a $0^m,43.33$; e in quella vece la *costante* riapparve a $0^m,17.9$ ed a $0^m,43.4$.

Serie XVII.

Noi abbiamo eseguiti esperimenti colle canne delle precedenti tre serie, provocando la decimaquinta si^b di un piede.

Coll' apertura del primo foro, si^b di un piede, *costante*: coll' apertura del secondo foro, si^c di un piede: coll' apertura del terzo foro, si^d di un piede, *costante*: coll' apertura del quarto foro, $fa\#$ di un piede: coll' apertura del quinto foro, si^b di un piede, *costante*.

Colla prima troncatura, si^b di un piede, *costante*: con due troncature, *do* di sei pollici: con tre troncature, si^b di un piede, *costante*: con quattro troncature fa di un piede: con cinque troncature si^b di un piede, *costante*.

Ecco il prospetto di questi risultamenti:

	Distanze	Fori	Troncature
Decimaquinta si^b di un piede.	{	0,48.7 . si^b di 1 piede, <i>costante</i>	si^b di 1 piede, <i>costante</i> .
		0,43.4 . si^c di 1 piede	<i>do</i> di 6 pollici.
		0,30.5 . si^b di 1 piede, <i>costante</i>	si^b di 1 piede, <i>costante</i> .
		0,17.9 . $fa\#$ di 1 piede	fa di 1 piede.
		0,12.5 . si^b di 1 piede, <i>costante</i>	si^b di 1 piede, <i>costante</i> .

Anche in questa tabella, in mezzo alle varietà, si osserva la perfetta corrispondenza del ritorno della tonica si^b di un piede alle stesse distanze tanto coi fori, come colle troncature; ma sempre abbiamo riscontrato in queste serie di esperimenti, che il suono costante non risponde perfettamente alla posizione alla quale risposero i piani nodali negli esperimenti eseguiti colle canne a parete membranosa.

Eccone il prospetto:

Posizioni calcolate	Posizioni date dall' esperienza
0 ^m 16.25	0 ^m 12.50
0, 32.50	0, 30.50
0, 48.75	0, 48.70

Serie XVIII.

Le esperienze eseguite in questa serie furono istituite con la canna *B* della tavola II. ; la quale è della lunghezza di 0^m79; del lato quadrato di 0^m03; e di pero molto compatto; dello spessore di 0^m006; con una parete di vetro corrispondente alla bocca; e colla apertura di questa di 0^m007. Si noti che il labbro superiore è mobile nella direzione della parete.

Il tono fondamentale è il *sol* di quattro piedi. Con questa canna successivamente si possono avere: l'ottava, *sol* di due piedi: la duodecima, *re* di un piede: e la decimaquinta, *sol* di un piede.

Questa canna può essere aperta ed anco chiusa; e porta un embolo, col quale si possono eseguire esperimenti separati dai precedenti. Fu doperata la canna anzidetta, aperta da ambe le parti, e munita per questo caso di undici fori praticati alle distanze che seguono, incominciando dall'apertura superiore.

Distanze	Ventri e Nodi	Fori
0,79.0	V	
0,69.5	N_4	I.
0,66.0	N_3	II.
0,59.5	$N_4 V_4$	III.
0,53.0	V_3	IV.
0,49.5	N_4	V.
0,39.6	$N_3 V_4$	VI.
0,29.8	N_4	VII.
0,26.5	V_3	VIII.
0,20.0	$N_2 V_4$	IX.
0,13.4	N_3	X.
0,10.0	N_4	XI.
0,00.0	V	

Io ho amato di rappresentare in questo prospetto le distanze alle quali sono collocati i ventri e i nodi disegnati dalle lettere *V* ed *N*, coi relativi numeri indicanti l'ordine del suono armonico al quale appartengono.

Questa canna fu costrutta in Parigi, secondo i principii della scuola francese di Savart. Noi registreremo fedelmente i nostri risultamenti, dai quali apparirà in quali casi noi conveniamo, ed in quali discordiamo.

Serie XIX.

Abbiamo incominciato a sperimentare colla fondamentale *sol* di quattro piedi; coll'apertura dei fori incominciando dal primo superiore.

	Fori	Distanze	Toni
Fondament. <i>sol</i> di 4 piedi	{	I.	0,69.5 . . . <i>sol</i> ♯ di 4 piedi.
		II.	0,66.0 . . . <i>sol</i> ♯ crescente di 4 piedi.
		III.	0,59.5 . . . <i>la</i> crescente di 4 piedi.
		IV.	0,53.0 . . . <i>si</i> ^b di 4 piedi.

Fondamentale sol di 4 piedi.	{	V. . . 0, 49.5 . . si' di 4 piedi.
		VI. . . 0, 39.6 . . do di 2 piedi.
		VII. . . 0, 29.8 . . do di 2 piedi, ma di timbro diverso.
		VIII. . . 0, 26.5 . . si di 4 piedi debolissimo.
		IX. . . 0, 20.0 . . sol di 1 piede debolissimo.
		XI. . . 0, 10.0 . . sol♯ di 1 piede debolissimo.

Da questo prospetto è manifesto, che colla fondamentale non si ha suono costante coll'apertura di veruno dei fori.

Serie XX.

Noi procedemmo a sperimentare coll'ottava acuta, sol di due piedi, aprendo per ordine i fori come abbiamo eseguito nella serie precedente :

Fori	Distanze	Toni
Ottava sol di 2 piedi.	{	I. . 0,69.5 . sol♯ calante di 2 piedi.
		II. . 0,66.0 . sol♯ di 2 piedi.
		III. . 0,59.5 . la calante di 2 piedi.
		IV. . 0,53.0 . la di 2 piedi.
		V. . 0,49.5 . sol♯ crescente di 2 piedi.
		VI. . 0,39.6 . sol di 2 piedi, costante. — La teoria dà 0 ^m 39.5; si deve concludere che l'esperienza risponde colla teoria e coi risultamenti ottenuti colle canne a parete membranosa. Il nodo disegnato al n° I risponde alla posizione del piano nodale della sabbia sulla parete membranosa della canna.
		VII. . 0,29.8 . sol♯ calante di 2 piedi.
		VIII. . 0,26.5 . sol♯ di 2 piedi.
		IX. . 0,20.0 . la di 2 piedi.
		X. . 0,13.4 . la crescente di 2 piedi.
		XI. . 0,10.0 . indeterminato tra il sol♯ ed il la di 2 piedi.

Serie XXI.

Procedendo a sperimentare colla duodecima re di un piede siamo giunti ai seguenti risultamenti:

	Fori	Distanze	Toni
{	I.	0,69.5	<i>mi</i> ^b calante un poco, di 1 piede.
	II.	0,66.0	<i>mi</i> ^b di 1 piede.
	III.	0,59.5	<i>mi</i> ^b calante, di 1 piede.
	IV.	0,53.0	<i>re</i> di 1 piede, <i>costante</i> .
	V.	0,49.5	<i>re</i> un poco calante, di 1 piede.
	VI.	0,39.6	<i>mi</i> ^b di 1 piede.
	VII.	0,29.8	<i>mi</i> ^b di 1 piede molto calante con la tendenza a dare il <i>sol</i> ♯ di 2 piedi.
	VIII.	0,26.5	<i>re</i> crescente di 1 piede con la tendenza a dare il <i>sol</i> ♯ di 2 piedi.
	IX.	0,20.0	<i>re</i> di 1 piede, <i>costante</i> . — Abbiamo riscontrato due suoni costanti o la riproduzione della duodecima a 0 ^m 53 ed a 0 ^m 20. — Secondo il calcolo e le esperienze fatte colla parete membranosa, questa costanza, rispetto ai due piani nodali, avrebbe dovuto riprodursi a 0 ^m 52.66 ed a 0 ^m 26.33.
	X.	0,13.4	<i>mi</i> ^b di 1 piede.
	XI.	0,10.0	<i>mi</i> ^b un poco crescente, di 1 piede.

Il suono inalterato al IV foro risponde nella designazione al V_3 : e non v'ha N_2 . E al n° IX trovasi disegnato N_2 .

Serie XXII.

Procedemmo a sperimentare con ugual ordine provocando la decimaquinta, *sol* di un piede.

	Fore	Distanze	Toni
{	I.	0,69.5	<i>sol</i> ♯ di 1 piede.
	II.	0,66.0	<i>sol</i> ♯ calante di 1 piede.
	III.	0,59.5	<i>sol</i> di 1 piede, <i>costante</i> .
	IV.	0,53.0	<i>sol</i> ♯ calante di 1 piede.
	V.	0,49.5	<i>sol</i> ♯ calante un poco, di 1 piede.
	VI.	0,39.6	<i>sol</i> di 1 piede, <i>costante</i> .
	VII.	0,29.8	<i>sol</i> ♯ calante di 1 piede.
	VIII.	0,26.5	<i>sol</i> ♯ calante di piede.
	IX.	0,20.0	<i>sol</i> di 1 piede, colla tendenza a dare il <i>re</i> di 1 piede.

Decimaquinta *sol* di un piede.
 X. . 0,13.4 . *sol* di 1 piede, *costante*. — Si riscontra ancor qui riprodotta la fondamentale in tre posizioni, una delle quali differisce da quella data dal calcolo, e dalle sperienze eseguite colle canne a parete membranosa, di una quantità quasi trascurabile. L'esperienza ha dato qui 0^m39.6, mentre la metà precisa è di 0^m39.5. Le altre due posizioni si discostano di più come si rileva dal prospetto che mettiamo in calce.
 XI. . 0,10.0 . *sol* crescente di 1 piede.

Io riscontro nella disegnazione della canna N_3 al X ed al IV foro; ma non trovo N_3 al III foro.

R i s u l t a m e n t i

	sperimentali	calcolati
III foro	0 ^m 59.50	0 ^m 59.25
VI. „	0, 39.60	0, 39.50
X. „	0, 13.40	0, 19.75

Serie XXIII.

Proseguendo a sperimentare sulla canna *B*, della tavola II., ritenuta però chiusa nella parte superiore, come è rappresentato alla lettera *C*, della stessa tavola; abbiamo in essa fatti eseguire i fori, secondo la scuola francese, nelle distanze che seguono, nelle quali sono ancora disegnate le posizioni dei nodi e dei ventri:

Distanze	Nodi e Ventri	Fori
0,79.0	N	
0,63.4	V_3	I.
0,52.8	V_2	II.
0,47.6	N_3	III.
0,31.7	V_3	IV.
0,26.5	N_2	V.
0,16.0	N_3	VI.
0,00.0	V	

Non si è potuto ricavare in questo caso della canna chiusa la fondamentale *sol* di otto piedi. Siamo quindi proceduti a ricavare le armoniche susseguenti delle quali presentiamo i risultamenti:

	Fori	Distanze	Toni
Dodicesima re di 2 piedi.	I. . . .	0,63.4	mi incerto confuso, di 2 piedi.
	II. . . .	0,52.8	re di 2 piedi, costante.
	III. . . .	0,47.6	re di 2 piedi, costante.
	IV. . . .	0,31.7	mi crescente di 2 piedi.
	V. . . .	0,26.5	fa di 2 piedi.
	VI. . . .	0,16.0	mi incerto, di 2 piedi.

La teoria si accorda prossimamente col risultamento ottenuto al n° II, essa dà 0^m52.66, e l'esperienza diede 0^m52.8. Anche i risultamenti avuti colle canne a parete membranosa corrispondono prossimamente all' indicata distanza. La differenza non sarebbe che di un millimetro crescente. Ma l'effetto ottenuto al terzo foro non è preveduto nè dal calcolo, nè concorda cogli altri esperimenti.

Serie XXIV.

In questa serie abbiamo sperimentato colla decimasettima, che è si di due piedi:

	Fori	Distanze	Toni
Decimasettima si di 2 piedi.	I. . . .	0,63.4	si di 2 piedi, costante.
	II. . . .	0,52.8	do di 1 piede.
	III. . . .	0,47.6	do di 1 piede.
	IV. . . .	0,31.7	si ^b di 2 piedi, costante.
	V. . . .	0,26.5	si ^b di 2 piedi, costante.
	VI. . . .	0,16.0	do crescente di 1 piede.

In queste esperienze appajono tre costanti in luogo di quattro corrispondenti ai quattro piani nodali da me determinati con una canna a parete membranosa; e delle tre costanti riprodotte, quella che si discosta di meno è il quarto foro come appare dal prospettino che segue:

R i s u l t a m e n t i

	sperimentali	calcolati
I° foro	0 ^m 63.2	0 ^m 60.32
IV. „	0,31.5	0,30.16
V. „	0,26.4	0,15.8.

Serie XXV.

Noi abbiamo proseguito i nostri esperimenti colla canna C della tavola II; ma munita di embolo per questo caso.

Ritenuto l'embolo colla base inferiore tangente la parete superiore del primo foro, che risponde a 0^m63.4, e tenuti chiusi tutti i fori non si è potuto avere distinta la fondamentale, che avrebbe dovuto essere il si di otto piedi. Si dovette perciò procedere alla dodicesima, che è il *fa* di due piedi.

Ecco i risultamenti ottenuti colla successiva apertura dei fori.

	Fori	Distanze	Toni
Dodicesima <i>fa</i> di 2 piedi.	I.	0,63.4	<i>sol</i> di 2 piedi.
	II.	0,52.8	<i>sol</i> crescente, di 2 piedi.
	III.	0,47.6	<i>sol</i> calante, di 2 piedi.
	IV.	0,31.7	<i>sol</i> calante, di 2 piedi.
	V.	0,26.5	<i>sol</i> di 2 piedi.
	VI.	0,16.0	<i>sol</i> di 2 piedi.

Serie XXVI.

Ritenuto l'embolo alla posizione primitiva della serie precedente, colla decimasettima *re* di un piede, abbiamo ottenuto colle aperture successive dei fori i risultamenti che seguono:

	Fori	Distanze	Toni
Decimasettima <i>re</i> di 1 piede.	I.	0,63.4	<i>mi</i> calante, di 1 piede.
	II.	0,52.8	<i>re</i> di 1 piede, <i>costante</i> .
	III.	0,47.6	<i>re</i> di 1 piede, <i>costante</i> .
	IV.	0,31.7	Passaggio dal <i>mi</i> di 1 piede al <i>sol</i> di 2 piedi, che si ode distinto.
	V.	0,26.5	<i>re</i> di 1 piede, <i>quasi costante</i> .
	VI.	0,16.0	<i>re</i> crescente, di 1 piede.

Il suono quasi costante che fornisce l'apertura del quinto foro si avvicina di molto al risultamento dato dal calcolo e dall'esperienza eseguita con una canna a parete membranosa.

Serie XXVII.

Si è ancora sperimentato, portando successivamente l'embolo alle aperture dei fori corrispondenti ai suoni che si ottennero inalterati colla duodecima della serie vigesimaterza:

Aperto il primo foro si ebbe, *si* di due piedi: aperto il terzo foro si ebbe, *do* di un piede, in luogo del *re* di due piedi, ottenuto colla dodicesima di tutta la canna chiusa.

Si vede adunque che l'aria superiore al foro aperto della canna chiusa, come nel caso della dodicesima, influisce sul tono; non è dunque come fosse la canna troncata e chiusa immediatamente al di sopra del foro aperto.

Serie XXVIII.

Sperimentando colla decimasettima, e portato successivamente l'embolo ai fori corrispondenti ai suoni costanti, cioè ai n^o I, IV e V si ebbe:

Al primo foro, *mi* di un piede: al quarto foro, *fa*♯ di un piede: al quinto foro, *sol*♯ di un piede; in luogo del *si* di due piedi, che si ebbe colla decimasettima, di tutta la canna chiusa.

Serie XXIX^a.

In queste Memorie fra i molti casi che ci venne fatto di riscontrare noteremo quello superiormente registrato delle due ottave contemporanee, la grave cioè e l'immediata acuta. Dovranno adunque coesistere due onde vibranti, le quali siano fra di loro nel rapporto di 1 a 2.

Io ho cercato con altre esperienze di vedere se la posizione dei fori alla quale risponde un suono costante fosse la stessa per le troncature. Nella tavola III sono disegnate due canne, colle quali si possono eseguire le troncature corrispondenti ai fori III; IV; VI; IX e X della canna rappresentata nella tavola II alla lettera *B*.

I risultamenti che m'ebbi furono i seguenti:

Non fu possibile da queste due canne, in tutto perfettamente uguali alla ora citata *B* di cavare la fondamentale. Ebbi netta e precisa l'ottava acuta, *sol* di due piedi. Con questa tonica eseguita la troncatura al n^o VI, che è a 0^m39.6, ebbi *fa* crescente della tonica di due piedi in luogo del *sol* della medesima ottava. Fu adunque di un tono più basso di quello che si ebbe colla apertura del foro alla stessa distanza.

Provocata la duodecima, cioè *re* di un piede, ed eseguita la troncatura del n^o IV, corrispondente a 0^m53.0 ebbi *re* calante di un piede. Eseguita appresso la troncatura al n^o IX, corrispondente alla distanza di 0^m20.0, ebbi *re*♯ crescente di un piede, in luogo del *re* naturale della stessa ottava.

Provocata per ultimo la decimaquinta, cioè *sol* di un piede, ed eseguita la troncatura del n^o III, corrispondente a 0^m59.5, ebbi *sol* di

un piede, *costante*. Eseguita la troncatura del n.º VI, corrispondente a 0^m39.6, ebbi *sol* calante di un piede, in luogo del *sol* naturale della stessa ottava. Eseguita la troncatura al n.º IX, corrispondente a 0^m20.0, ebbi *mi* di un piede, in luogo del *sol* della stessa ottava. Eseguita per ultimo la troncatura al n.º X, corrispondente a 0^m13.4, ebbi *la* di un piede in luogo del *sol* della stessa ottava.

Da questi esperimenti comparativi emerge chiaramente che la tonalità corrispondente all'apertura dei fori, si verifica bensì esattamente in qualche caso; ma non in tutti con precisione. Oscilla essa ora in più ed ora in meno, la qual oscillazione comprova l'influenza reciproca delle onde vibranti e dell'attrito delle medesime lungo le pareti della canna. Le più costanti tonalità tuttavia sono quelle che rispondono alla metà della canna nelle ottave; ed a due terzi nelle duodecime.

Io ammetto impertanto nelle canne aperte come conseguenza de' miei numerosi esperimenti:

- I. Che colla fondamentale si ha una sola onda vibrante uguale a tutta la lunghezza della canna.
- II. Che colla ottava acuta si hanno due onde vibranti attigue fra di loro alla metà della canna.
- III. Che colla duodecima si hanno tre onde vibranti della stessa lunghezza.
- IV. Che colla decinaquinta si hanno quattro onde vibranti uguali.
- V. Che l'inalterabilità del tono anche colle canne a fori ed a troncature, appare alla posizione dei piani nodali indicati dalla sabbia nelle mie esperienze colle canne a parete membranosa, od in prossimità; e non mai alla posizione dei ventri.
- VI. Che esiste un moto progressivo ondulatorio, il quale nell'intensità decresce a mano a mano che si allontana dalla bocca. Dal qual fatto si raccoglie la ragione per la quale la discordanza fra la teoria e i risultamenti ottenuti colle canne a parete membranosa, e quelli avuti coi fori e colle troncature, sia maggiore in prossimità della bocca, e minore o quasi nulla nelle estremità opposte. Il detto dei pratici sulla facilità di stonare coi fori collocati in prossimità dell'imboccatura, non ugualmente coi fori più lontani, ha il fondamento nel fatto sopra indicato.
- VII. Che il movimento progressivo comprovato dal piegamento di una fiamma collocata dentro o fuori della canna è misto, cioè in parte

diretto, e in parte riflesso; come lo comprova la direzione obliqua del velo d'aria all'asse della canna, e la necessità della parete opposta alla bocca.

La designazione impertanto della posizione dei nodi e dei ventri posta alle canne parigine, non corrisponde nè alla teoria degli armonici di Bernoulli, nè a' miei esperimenti. È un' espressione delle contraddizioni che si riscontrano nei trattatisti; perchè ora essi presero la posizione del piano nodale aereo corrispondere al piano nodale delle pareti della canna; ed ora ammisero il contrario. Per gli uni i ventri sono nodi; e per gli altri i nodi sono ventri.

Da queste mie investigazioni sperimentali la questione è sciolta.
